

74



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(19)

(11)

Veröffentlichungsnummer:

0 089 008

A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21)

Anmeldenummer: 83102338.7

(51)

Int. Cl.³: G 01 N 33/54

(22)

Anmeldetag: 10.03.83

(30)

Priorität: 13.03.82 DE 3209149

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.09.83 Patentblatt 83/38

(84)

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(71)

Anmelder: HOECHST AKTIENGESELLSCHAFT
Postfach 80 03 20
D-6230 Frankfurt am Main 80(DE)

(72)

Erfinder: Timpl, Rupert, Dr.
Josef-Haerlinstrasse 3
D-8035 Gauting(DE)

(72)

Erfinder: Brocks, Dietrich, Dr.
Buchenstrasse 1
D-6257 Hünfelden(DE)

(72)

Erfinder: Neubauer, Horst, Dr.
Am Eichkopf 12
D-6240 Königstein/Taunus(DE)

(72)

Erfinder: Strecker, Helmut, Dr.
Odenwaldstrasse 56
D-6102 Pfungstadt(DE)

(54)

Verfahren zur gemeinsamen immunologischen Bestimmung von Prokollagen-Peptid (Typ III) und Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) und Verfahren zur Herstellung von Anti-Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III)-Serum.

(57)

Die Antigene Prokollagen-Peptid (Typ III) und Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) können gemeinsam immunologisch bestimmt werden, indem entweder

a) jeweils eine bestimmte Menge markiertes Prokollagen-Peptid (Typ III) oder Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) und ein hochspezifisches Antiserum mit Antikörpern, die gegen beide genannten Antigene affin sind, gemeinsam mit einer Probe mit unbekanntem Gehalt an Prokollagen-Peptid (Typ III) und/oder Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) zur Reaktion gebracht werden, der gebildete Antigen-Antikörper-Komplex abgetrennt und die Menge der Markierung im Komplex und/oder im Überstand gemessen wird, oder

b) eine bestimmte Menge des hochspezifischen Antiserums mit einer Probe mit unbekanntem Gehalt an Prokollagen-Peptid (Typ III) und/oder Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) zur Reaktion gebracht, die nicht umgesetzte Menge des Antikörpers an trägergebundenes Prokollagen-Peptid (Typ III) oder Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) fixiert und mit einem markierten zweiten Antikörper zur Reaktion gebracht und dann die Menge des gebundenen oder überschüssigen zweiten Antikörpers durch Messung der Markierung

bestimmt wird. Bevorzugt wird als hochspezifisches Serum ein Anti-Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III)-Serum, das erhalten wird, indem Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) zur Immunisierung von Versuchstieren verwendet und deren Serum gewonnen wird.

EP 0 089 008 A2

Verfahren zur gemeinsamen immunologischen Bestimmung von Prokollagen-Peptid (Typ III) und Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) und Verfahren zur Herstellung von Anti-Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III)-Serum

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur gemeinsamen immunologischen Bestimmung von Prokollagen-Peptid (Typ III) und Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) und Verfahren zur Herstellung von Anti-Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III)-Serum.

5

Prokollagen (Typ III) ist eine biosynthetische Vorläuferform eines speziellen Kollagens (Typ III), das hauptsächlich im retikulären Bindegewebe vorkommt. Sie unterscheidet sich von diesem Kollagen (Typ III) durch ein zusätzlich am

- 10 Aminoende lokalisiertes Peptidsegment (Prokollagen-Peptid (Typ III)), das sich durch Behandlung mit Kollagenase vom Molekül abspalten läßt. Prokollagen-Peptid (Typ III) seinerseits läßt sich mit Kollagenase weiter zu Bruchstücken Col 1, Col 2 und Col 3 spalten, welche mit Hilfe von an sich
- 15 bekannten proteinchemischen Methoden isoliert werden können (Nowack, H. et al., Eur. J. Biochem. 70, 205 - 216 (1976), Bruckner, P. et al., Eur. J. Biochem. 90, 595 - 603 (1978)).

- Untersuchungen über die Konzentration von Prokollagen-Peptid
- 20 (Typ III) im Serum zeigten, daß diese Konzentration bei fibrotischen Erkrankungen der Leber erhöht ist (Rhode, H. et al., Eur. J. Clin. Invest. 9, 451 - 459 (1979)). Ein radioimmunologisches Verfahren zum Nachweis dieses Antigens ist in der europäischen Patentschrift Nr. 4940 beschrieben.
- 25 Es ist bekannt, daß durch Immunisierung von Kaninchen mit Prokollagen (Typ III) oder Prokollagen-Peptid (Typ III) ein Antikörper erhalten wird, der eine hohe Affinität gegenüber Prokollagen-Peptid (Typ III) aufweist. Die gegenüber Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) gefundene Affinität war
- 30 jedoch gering (Rhode et al., loc. cit.).

Überraschenderweise wurde nun gefunden, daß durch Immunisierung mit Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) Antikörper erhalten werden, die gegenüber Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) und Prokollagen-Peptid (Typ III) gleiche Affinität zeigen. Solche Antikörper können auch durch Immunisierung mit Prokollagen-Peptid (Typ III) erhalten werden.

Mit der bisherigen Bestimmungsmethode war es möglich, Prokollagen-Peptid (Typ III) im Serum zu erfassen. Die besonderen Eigenschaften der neuen Antikörper gestatten es nun, die Gesamtmenge der beiden Antigene Prokollagen-Peptid (Typ III) und Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) in Körperflüssigkeiten mittels eines immunologischen Verfahrens zu bestimmen. Da das Abbauprodukt Col 1 von diesen Antikörpern ebenfalls gebunden wird, ermöglicht damit die Messung der Summe von Prokollagen-Peptid (Typ III) und Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) eine zusätzliche diagnostische Aussage. Dies bedeutet eine wertvolle Erweiterung, besonders bei Krankheiten, die mit erhöhten proteolytischen Enzymaktivitäten im Serum oder im Gewebe verbunden sind. Denn in solchen Fällen ist im Serum das Abbauprodukt Col 1 in hoher Menge zu finden, was jedoch mit den bisherigen Methoden nicht erfaßbar ist.

Die Erfindung betrifft somit ein Verfahren zur gemeinsamen immunologischen Bestimmung der beiden Antigene Prokollagen-Peptid (Typ III) und Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III), das dadurch gekennzeichnet ist, daß man entweder

a) eine bestimmte, in Bezug auf die zu untersuchende Probe überschüssige Menge eines hochspezifischen Serums mit Antikörpern, die gegen beide genannten Antigene affin sind, mit der diese Antigene enthaltenden Probe und einer bestimmten Menge eines der beiden genannten Antigene in markierter Form zur Reaktion bringt, den gebildeten Antigen-Antikörper-Komplex abtrennt und die Menge der Markierung im Komplex und/oder Überstand bestimmt, oder

b) eine bestimmte, in Bezug auf die zu untersuchende Probe überschüssige Menge des genannten Serums mit der zu untersuchenden Probe umsetzt, die nicht umgesetzte Menge des Antikörpers mit einem definierten Überschuß eines der beiden Antigene, die an einen Träger gebunden sind, fixiert und mit einem definierten Überschuß an einem zweiten markierten Antikörper umsetzt und dann die Menge der Markierung des gebundenen und/oder freien zweiten Antikörpers bestimmt.

10

Es können bei diesem Verfahren sowohl die bekannten Radio-Immun-Assay-(RIA)-Varianten als auch die Enzym-Immun-Assay-Varianten und analoge Bestimmungen unter Verwendung andersartiger Markierungen, beispielsweise Fluoreszenzmarkierung, Farbstoffmarkierung und dergleichen angewendet werden. Bei der Verfahrensvariante a) ist die radioaktive Markierung, bei der Variante b) die Enzymmarkierung bevorzugt. Derartige Methoden sind dem Fachmann bekannt und sollen hier nicht im einzelnen aufgeführt werden. Bei diesen Nachweisreaktionen konkurrieren die markierten Prokollagen-Peptide in der aus der europäischen Patentschrift Nr. 4940 an sich bekannten Weise um den Antikörper, so daß im gebildeten Antigen-Antikörper-Komplex die Menge markierten Antigens umso geringer ist, je mehr nicht markierte Antigene in der zu bestimmenden Probe enthalten sind. Deshalb kann entweder die Markierung des Komplexes, beispielsweise die Radioaktivität oder die Enzymaktivität, oder die Markierung des Überstandes nach Abtrennen des Antigen-Antikörper-Komplexes verwendet werden, um anhand einer Eichkurve, die mittels Proben bekannten Gehaltes an Prokollagen-Peptid (Typ III) oder Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) erstellt wurde, die in der zu untersuchenden Probe enthaltenen Menge Antigen festzustellen. Bei der Verfahrensvariante b) wird - wie auch bei Variante a) - bevorzugt die Markierung im Komplex bestimmt.

15

20

25

30

35

Die Trennung des Antigen-Antikörper-Komplexes von der Lösung kann nach den hierfür dem Fachmann bekannten üblichen Methoden erfolgen, wie Abfiltrieren, Absaugen, Abzentrifugieren

und dergleichen. Auch ist es möglich, das Antiserum an einen festen Träger, beispielsweise die Innenwand eines Reagenzglases, gebunden einzusetzen.

- 5 Vorzugsweise wird das Verfahren so durchgeführt, daß die Trennung des mit hochspezifischem Anti-Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III)-Serum gebildeten Antigen-Antikörper-Komplexes von dem nicht umgesetzten Antigen durch die Verwendung eines gegen das hochspezifische Serum gerichteten zweiten
- 10 Antikörpers erfolgt. Bevorzugt wird hier ein Antikörper gegen γ -Immunglobulin der für die Gewinnung des Antiserums verwendeten Tierart. Die Markierung des Antigens, d.h. Prokollagen-Peptids (Typ III) oder Prokollagen-Peptids Col 1 (Typ III), kann mit den für die Markierung von Proteinen
- 15 bekannten Methoden durchgeführt werden. Im Falle der radioaktiven Markierung mit einem Radionuklid wird vorzugsweise ^{125}Jod verwendet. Zur Markierung mit diesem Radionuklid wird die Chloramin T-Methode (McConahey, P.J. et al., Int. Arch. Allergy 29 (1966) 185) bevorzugt.

20

- Die Enzym-Immun-Assay-Variante zur Bestimmung von Prokollagen-Peptid (Typ III) und Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) kann auch dergestalt durchgeführt werden, daß der Antikörper gegen γ -Immunglobulin der betreffenden Tierart, z. B. vom
- 25 Kaninchen, enzymmarkiert ist. Bei dieser Art des Enzym-Immun-Assay wird der nach Bildung des Antigen-Antikörper-Komplexes verbleibende Teil des Anti-Prokollagen-Peptid-Serums bestimmt, indem man diesen an trägergebundenes Prokollagen-Peptid (Typ III) oder Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III)
- 30 bindet und anschließend mit enzymmarkiertem Antikörper gegen γ -Immunglobulin des Kaninchens zur Reaktion bringt.

- Die Menge gebundenen enzymmarkierten Antikörpers wird anschließend durch Messung der Enzymreaktion bestimmt und ist
- 35 der unbekannten Menge Prokollagen-Peptid (Typ III) und Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) in der Probe direkt proportional.

Für die erfindungsgemäße Bestimmungsmethode ist es entscheidend, daß ein geeignetes Antiserum gegen Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) zur Verfügung steht. Dieses ist dann auch gegen Prokollagen-Peptid (Typ III) affin.

5

Zur Immunisierung wird zweckmäßigerweise Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) verwendet. Die Immunisierung kann durch subkutane Injektion von Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) in Versuchstiere wie Ziegen, vorzugsweise Kaninchen, in
10 Gegenwart des kompletten Freundschens Adjuvans erfolgen. In diesem Fall beträgt die Antigendosis 0,2 - 0,5 mg pro Tier.

Die folgenden Beispiele erläutern die Erfindung weiter.

15

Beispiel 1

Herstellung von Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III)

20 60 mg von Prokollagen-Peptid (Typ III) werden in der erforderlichen Menge eines Puffers (Puffer 1 : 0,05 M Tris/HCl, pH 8,0, 0,02 M CaCl_2) gelöst und auf 55°C erwärmt. Nach Zugabe von 420 Einheiten Kollagenase wird die Mischung 15 min bei 55°C inkubiert. Nach Abkühlen auf 37°C und Zugabe
25 von 420 Einheiten Kollagenase wird die Inkubation für 3 Std. fortgesetzt. Anschließend wird die Mischung gegen zwei Puffer (Puffer 2 : 0,005 M Tris/HCl, pH 8,6, 2 M Harnstoff; Puffer 3 : 0,005 M Tris/HCl, pH 8,6, 8 M Harnstoff) dialysiert und über eine DEAE-Cellulosesäule (1,6 x 5 cm) gegeben, die mit Puffer 3 äquilibriert war.
30

Die auf der Säule gebundenen Proteine werden mit einem NaCl-Gradienten (0 - 0,3 M) eluiert. Das Eluat wird bezüglich der Absorption bei 230 nm und der Antigenaktivität durch Verwendung von Antikörpern überprüft, die spezifisch für
35 Prokollagen-Peptid (Typ III) sind. Der letzte Peak, der aus der Säule eluiert wird, enthält normalerweise Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III). Das Peptid wird durch Dialyse gegen 0,01 M $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ entsalzt und lyophilisiert.

Durchführung der immunologischen Bestimmung (RIA)

25 µg Prokollagen-Peptid (Typ III) werden mit 1 Milli-Curie
Jod 125 nach der Chloramin T-Methode markiert und ungebun-
denes Jod durch Dialyse entfernt. Die weiteren Schritte bei
der Durchführung des Radioimmun-Tests werden vorzugsweise in
Gegenwart von 0,04 % eines nichtionischen Detergens, wie
(R) Tween 20, durchgeführt. Bindungskurven werden mit
jeweils 2 ng markiertem Prokollagen-Peptid (Typ III) oder
Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) bestimmt. Die Konzentra-
tion der Gesamtmenge an Prokollagen-Peptid (Typ III) und
Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) in einer unbekannten
Probe von Serum oder anderen Körperflüssigkeiten wird in
folgendem Inhibitionstest bestimmt.

15 Eine bestimmte Menge des Antikörpers wird mit der unbekannten Probe 16 Std. bei 4°C vorinkubiert und nach Zugabe von 2 ng markierten Peptids weitere 8 Stunden bei 4°C inkubiert. Danach wird ein Überschuß von Antikörpern gegen Kaninchen-
20 Immunglobin zugesetzt und das im Immunkomplex gebundene Antigen aus der Lösung abgetrennt. Die Inhibitionsaktivität der unbekannten Probe wird mit der Aktivität von Standard-Konzentrationen von nichtmarkiertem Prokollagen-Peptid (Typ III) oder Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) verglichen.

25 Setzt man als Probe Serum von gesunden Patienten in den Inhibitionstest ein, so findet man typischerweise etwa 3fach so hohe Werte für Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) plus Prokollagen-Peptid (Typ III) als mit einem RIA für Prokollagen-Peptid (Typ III) gefunden wurde.
30

Beispiel 2

Immunologische Bestimmung mittels Enzym-Immun-Assay

35 Die Konzentration der Prokollagen-Peptide (Typ III) in einer unbekannten Probe von Serum oder anderen Körperflüssigkeiten wird mit folgendem Enzym-Immun-Test bestimmt.

Eine bestimmte Menge des Anti-Prokollagen-Peptid-Col 1 (Typ III)-Serums wird mit der unbekannten Probe 2,5 Std. bei 4°C vorinkubiert. Die Mischung wird dann in eine mit 20 ng Prokollagen-Peptid beschichtete Vertiefung einer Mikrotiterplatte pipettiert und 18 Std. bei 4°C inkubiert. Nach Abgießen des Überstandes und Waschen der Vertiefungen mit physiol. NaCl-Lösung wird eine bestimmte Menge enzymmarkierten Antikörpers (z.B. Peroxidase-markiert) gegen γ -Immunglobulin vom Kaninchen zugegeben und 5 Std. bei Raumtemperatur inkubiert. Nach Abgießen des Überstandes und Waschen mit physiol. NaCl-Lösung wird durch Zugabe von Enzymsubstrat (bei Peroxidase-Markierung H_2O_2) und Chromogen (z.B. o-Phenylendiamin) die Enzymreaktion gestartet. Nach 30 min Inkubation bei Raumtemperatur wird die Reaktion durch Zugabe von 50 μ l 6 M HCl gestoppt. Mit einem geeigneten Photometer wird nach 30 min die Farbin-

5
10
15
20

tensität der Lösung bestimmt. Diese Farbintensität ist direkt proportional der Menge gebundenen enzymmarkierten Antikörpers und damit der unbekannten Menge an Prokollagen-Peptiden in der Probe. Mit Hilfe einer Eichkurve, die mit Lösungen bekannten Gehalts an Prokollagen-Peptid (Typ III) oder Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) erstellt wurde, kann dann die Menge Prokollagen-Peptid (Typ III) plus Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) in der Probe ermittelt werden.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur gemeinsamen immunclogischen Bestimmung der beiden Antigene Prokollagen-Peptid (Typ III) und Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III), dadurch gekennzeichnet, daß man entweder

5

- a) eine bestimmte, in Bezug auf die zu untersuchende Probe überschüssige Menge eines hochspezifischen Serums mit Antikörpern, die gegen beide genannten Antigene affin sind, mit der diese Antigene enthaltenden Probe und einer bestimmten Menge eines der beiden genannten Antigene in markierter Form zur Reaktion bringt, den gebildeten Antigen-Antikörper-Komplex abtrennt und die Menge der Markierung im Komplex und/oder Überstand bestimmt, oder

10

15

- b) eine bestimmte, in Bezug auf die zu untersuchende Probe überschüssige Menge des genannten Serums mit der zu untersuchenden Probe umsetzt, die nicht umgesetzte Menge des Antikörpers mit einem definierten Überschuß eines der beiden Antigene, die an einen Träger gebunden sind, fixiert und mit einem definierten Überschuß an einem zweiten markierten Antikörper umsetzt und dann die Menge der Markierung des gebundenen und/oder freien zweiten Antikörpers bestimmt.

20

25

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das hochspezifische Serum mit Antikörpern gegen die beiden Antigene ein Anti-Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III)-Serum ist.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Markierung eine radioaktive, Enzym- oder Fluoreszenzmarkierung ist.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Verfahrensvariante a) die Abtrennung des Antigen-Antikörper-Komplexes mit einem zweiten, gegen die Antikörper affinen Antikörper erfolgt.
5
5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Verfahrensvariante a) eine radioaktive Markierung eingesetzt wird.
10
6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Markierung mit Jod 125 erfolgt.
- 15 7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Verfahrensvariante b) ein Enzym zur Markierung dient.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Markierung im Komplex bestimmt wird.
20
9. Verfahren zur Herstellung eines hochspezifischen Anti-Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III)-Serums, dadurch gekennzeichnet, daß Versuchstiere mit Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) immunisiert werden und ihr Serum gewonnen wird.
25
10. Hochspezifisches Anti-Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III)-Serum, erhältlich nach Anspruch 9.
30

Patentansprüche für Österreich:

1. Verfahren zur gemeinsamen immunologischen Bestimmung der beiden Antigene Prokollagen-Peptid (Typ III) und Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III), dadurch gekennzeichnet, daß man entweder

5

a) eine bestimmte, in Bezug auf die zu untersuchende Probe überschüssige Menge eines hochspezifischen Serums mit Antikörpern, die gegen beide genannten Antigene affin sind, mit der diese Antigene enthaltenden Probe und einer bestimmten Menge eines der beiden genannten

10

Antigene in markierter Form zur Reaktion bringt, den gebildeten Antigen-Antikörper-Komplex abtrennt und die Menge der Markierung im Komplex und/oder Überstand bestimmt, oder

15

b) eine bestimmte, in Bezug auf die zu untersuchende Probe überschüssige Menge des genannten Serums mit der zu untersuchenden Probe umsetzt, die nicht umgesetzte Menge des Antikörpers mit einem definierten Überschuß eines der beiden Antigene, die an einen Träger gebunden sind, fixiert und mit einem definierten Überschuß an einem zweiten markierten Antikörper umsetzt und dann die Menge der Markierung des gebundenen und/oder freien zweiten Antikörpers bestimmt.

20

25

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das hochspezifische Serum mit Antikörpern gegen die beiden Antigene ein Anti-Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III)-Serum ist.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Markierung eine radioaktive, Enzym- oder Fluoreszenzmarkierung ist.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Verfahrensvariante a) die Abtrennung des Antigen-Antikörper-Komplexes mit einem zweiten, gegen die Antikörper affinen Antikörper erfolgt.
5
5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Verfahrensvariante a) eine radioaktive Markierung eingesetzt wird.
10
6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Markierung mit Jod 125 erfolgt.
- 15 7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Verfahrensvariante b) ein Enzym-Immun-Assay zur Markierung dient.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Markierung im Komplex bestimmt wird.
20
9. Verfahren zur Herstellung eines hochspezifischen Anti-Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III)-Serums, dadurch gekennzeichnet, daß Versuchstiere mit Prokollagen-Peptid Col 1 (Typ III) immunisiert werden und ihr Serum gewonnen wird.
25